

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ



E47214

**DEVELOPMENT OF ANTI-WRINKLE COSMETIC FROM
APIL OIL OF *Momordica cochinchinensis* (Lour.) Spreng
IN NANOSTRUCTURED LIPID CARRIERS (NLC)**

NATTHEENEE NANTALIT

**MASTER OF SCIENCE
IN PHARMACEUTICAL SCIENCES**

**THE GRADUATE SCHOOL
CHIANG MAI UNIVERSITY
MARCH 2011**

บอ 254923

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ



E47214

**DEVELOPMENT OF ANTI-WRINKLE COSMETIC FROM
ARIL OIL OF *Momordica cochinchinensis* (Lour.) Spreng
IN NANOSTRUCTURED LIPID CARRIERS (NLC)**



NATTHINEE NANTALIT

**A THESIS SUBMITTED TO THE GRADUATE SCHOOL IN
PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS
FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE
IN PHARMACEUTICAL SCIENCES**

**THE GRADUATE SCHOOL
CHIANG MAI UNIVERSITY**

MARCH 2011

**DEVELOPMENT OF ANTI-WRINKLE COSMETIC FROM
ARIL OIL OF *Momordica cochinchinensis* (Lour.) Spreng
IN NANOSTRUCTURED LIPID CARRIERS (NLC)**

NATTHINEE NANTALIT

THIS THESIS HAS BEEN APPROVED
TO BE A PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS
FOR THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
IN PHARMACEUTICAL SCIENCES

EXAMINING COMMITTEE

Nantarit Chokethaworn CHAIRPERSON

Asst. Prof. Dr. Nantarit Chokethaworn
Surapol N. MEMBER

Assoc. Prof. Dr. Surapol Natakankitkul
Panee Sirisa-ard MEMBER

Assoc. Prof. Dr. Panee Sirisa-ard
K. Pholsongkram MEMBER

Asst. Prof. Dr. Kiattisak Pholsongkram

THESIS ADVISORY COMMITTEE

Surapol N. ADVISOR

Assoc. Prof. Dr. Surapol Natakankitkul
Panee Sirisa-ard CO-ADVISOR

Assoc. Prof. Dr. Panee Sirisa-ard
S. Charumaneer CO-ADVISOR

Assoc. Prof. Dr. Suporn Charumaneer

1 March 2011

**DEVELOPMENT OF ANTI-WRINKLE COSMETIC FROM
ARIL OIL OF *Momordica cochinchinensis* (Lour.) Spreng
IN NANOSTRUCTURED LIPID CARRIERS (NLC)**

NATTHINEE NANTALIT

THIS THESIS HAS BEEN APPROVED
TO BE A PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS
FOR THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
IN PHARMACEUTICAL SCIENCES

EXAMINING COMMITTEE

Nantarit Chokethaworn
.....CHAIRPERSON

Asst. Prof. Dr. Nantarit Chokethaworn

Surapol N.
.....MEMBER

Assoc. Prof. Dr. Surapol Natakankitkul

Panee Sirisa-ard
.....MEMBER

Assoc. Prof. Dr. Panee Sirisa-ard

K. Pholsongkram
.....MEMBER

Asst. Prof. Dr. Kiattisak Pholsongkram

THESIS ADVISORY COMMITTEE

Surapol N.
.....ADVISOR

Assoc. Prof. Dr. Surapol Natakankitkul

Panee Sirisa-ard
.....CO-ADVISOR

Assoc. Prof. Dr. Panee Sirisa-ard

S. Charumaneer
.....CO-ADVISOR

Assoc. Prof. Dr. Suporn Charumaneer

1 March 2011

ACKNOWLEDGEMENT

I would like to express my sincere gratitude and great appreciation to my advisor, Assoc. Prof. Dr. Surapol Natakankitkul, for his kindness, continual guidance, invaluable suggestions and encouragement throughout my study.

My deep appreciation thanks to Assoc. Prof. Dr. Panee Sirisa-ard and Assoc. Prof. Dr. Suporn Charumane, my co-advisors, for her helpful suggestion, meaningful consultant and open-mindedness to discuss everything throughout my study.

I also would like to express my great appreciation to Assist. Prof. Dr. Nantarit Chokethaworn and Assist. Prof. Dr. Kiattisak Pholsongkram for his kindness, benefit advice and for being a chairperson and member of my examining committee.

I would like to grateful to the Faculty of Pharmacy, Chiang Mai University for providing research facilities and location of this study. Grate acknowledgement is also to The Graduate School, Chiang Mai University for financial support.

My special thanks to the Faculty of Pharmacy, Payap University for HPLC equipment. Thank you every friends and every person in laboratory officer in the Department of Pharmaceutical Sciences for their reliable help and useful advice.

Finally, I am particularly grateful to my family and every person, all of whom were especially supportive and extremely helpful, for their emotional assistance, understanding, encouragement and kindness. Without all these people, my thesis would not have been successful. I wish like to dedicate it to their wishes.

Natthinee Nantalit

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์ การพัฒนาเครื่องสำอางลดเลือนริ้วรอยจากน้ำมันของเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าว
ในอนุภาคไขมันระดับนาโน

ผู้เขียน นางสาวณัฐฉิณี นันตาลิต

ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตรเกสัชกรรม)

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

รศ. ดร. ภก. สุรพล นรการกิจกุล

อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

รศ. ดร. ภญ. พานี ศิริสะอาด

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

รศ. ดร. ภญ. สุพร จารุมณี

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

บทคัดย่อ

E47214

งานวิจัยนี้เป็นการตั้งคำรับคริมจากน้ำมันของเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าวในอนุภาคไขมันระดับนาโน เพื่อใช้ในเครื่องสำอางลดเลือนริ้วรอย โดยอาศัยคุณสมบัติของน้ำมันของเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าว จากการนำเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าวมาบีบน้ำมันด้วยเครื่องหีบชนิดอัดเกลียว แล้วทดสอบฤทธิ์ต้านออกซิเดชันด้วยวิธีวิเคราะห์ 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) และวิธีวิเคราะห์ ferric reducing antioxidant power (FRAP) พบว่ามีค่าความเข้มข้นที่มีฤทธิ์ยับยั้งได้ร้อยละ 50 (IC_{50}) เท่ากับ 6.31 ± 0.14 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และความเข้มข้นที่สมมูลกับ $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ 1 mM (EC_1) เท่ากับ 1.89 ± 0.31 มิลลิโมลาร์ต่อมิลลิกรัมของสารตัวอย่าง ตามลำดับ ได้ตรวจสอบองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าวโดย HPLC ที่ความยาวคลื่น 450 นาโนเมตร พบว่าตรงกับลายพิมพ์นิ้วมือของสารมาตรฐานเบต้าแคโรทีน ซึ่งสารประกอบนี้สลายตัวได้ง่ายในสภาวะที่มีแสงและอุณหภูมิสูง ดังนั้นจึงหาวิธีเพิ่มความคงตัวของสารสำคัญนี้ในน้ำมันเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าว โดยการเตรียมน้ำมันเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าวให้อยู่ในรูปอนุภาคไขมันระดับนาโน เพื่อนำไปใส่ในคำรับคริมพื้น ซึ่งอนุภาคไขมันระดับนาโนที่เก็บกักน้ำมันเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าวสามารถเตรียมด้วยเทคนิคการปั่นผสมเป็นเนื้อ

เดียวที่ความดันสูงแบบร้อน พบว่าที่ความดัน 1,000 บาร์ จำนวน 5 รอบ ได้อนุภาคที่มีลักษณะทางกายภาพที่ดี ไม่เกิดการแยกชั้น เมื่อใช้เครื่อง photon correlation spectroscopy (PCS) พบว่าขนาดอนุภาคเฉลี่ยไม่เกิน 200 นาโนเมตร ค่าการกระจายตัวอนุภาคลักษณะกลมเฉลี่ยมีค่าไม่เกิน 0.3 และความต่างศักย์ไฟฟ้าซีตาเฉลี่ยอยู่ในช่วง -30 ถึง -40 มิลลิโวลต์ จากนั้นนำคาร์บริมพื้นผสมน้ำมันเชื้อหุ้มเมล็ดพืชข้าวในอนุภาคไขมันระดับนาโน และคาร์บริมพื้นผสมน้ำมันเชื้อหุ้มเมล็ดพืชข้าว มาทดสอบความคงสภาพของคาร์บริที่สภาวะเร่งด้วยอุณหภูมิแบบร้อนสลับเย็นนาน 6 รอบ และที่สภาวะอุณหภูมิ 4, 25 และ 45 องศาเซลเซียส นาน 90 วัน พบว่า ทุกคาร์บริมีลักษณะทางกายภาพที่ดี ไม่เกิดการแยกชั้น เมื่อศึกษาผลของแสงและอุณหภูมิ ต่อความคงตัวของเบต้าแคโรทีนในน้ำมันเชื้อหุ้มเมล็ดพืชข้าว ที่สภาวะอุณหภูมิ 4, 25 และ 45 องศาเซลเซียส นาน 90 วัน และสภาวะที่มีแสงไฟจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ (600 ลักซ์) นาน 8 ชั่วโมง พบว่าในทุกสภาวะของคาร์บริพื้นผสมน้ำมันเชื้อหุ้มเมล็ดพืชข้าวในอนุภาคไขมันระดับนาโน มีร้อยละที่เหลืออยู่ของเบต้าแคโรทีน (79.87 , 73.38 , 37.83 และ 59.52 % ตามลำดับ) สูงกว่าในคาร์บริพื้นผสมน้ำมันเชื้อหุ้มเมล็ดพืชข้าว (73.98 , 59.84 , 27.79 และ 42.14 % ตามลำดับ)

ผลการศึกษาประสิทธิภาพการลดริ้วรอย โดยใช้เครื่องมือ Skin-Visiometer[®] พบว่าหลังใช้ผลิตภัณฑ์วันละ 2 ครั้ง อย่างต่อเนื่องนาน 8 สัปดาห์ คาร์บริพื้นผสมน้ำมันเชื้อหุ้มเมล็ดพืชข้าว และคาร์บริพื้นผสมน้ำมันเชื้อหุ้มเมล็ดพืชข้าวในอนุภาคไขมันระดับนาโน มีประสิทธิภาพลดริ้วรอยของผิวหนัง โดยแตกต่างกับก่อนใช้อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 ($p < 0.01$, paired t-test) และคาร์บริพื้นผสมน้ำมันเชื้อหุ้มเมล็ดพืชข้าวในอนุภาคนาโน มีประสิทธิภาพลดริ้วรอยของผิวหนังได้ดีกว่าคาร์บริผสมน้ำมันเชื้อหุ้มเมล็ดพืชข้าว โดยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 ($p < 0.01$, paired t-test)

Thesis Title Development of Anti-wrinkle Cosmetic from Aril Oil of *Momordica cochinchinensis* (Lour.) Spreng in Nanostructured Lipid Carriers (NLC)

Author Miss Natthinee Nantalit

Degree Master of Science (Pharmaceutical Sciences)

Thesis Advisory Committee

Assoc. Prof. Dr. Surapol	Natakankitkul	Advisor
Assoc. Prof. Dr. Panee	Sirisa-ard	Co-advisor
Assoc. Prof. Dr. Suporn	Charumanee	Co-advisor

ABSTRACT

E47214

This research was to develop cream formulation from aril oil of *Momordica cochinchinensis* (Lour.) Spreng in nanostructured lipid carriers (NLC) for anti-wrinkle cosmetic, based on the antioxidant activity. The aril oil was extracted using screw pressed technique before investigated for antioxidant activity using 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging assay and ferric reducing antioxidant power (FRAP) assay. The 50 percent of inhibition concentrations, IC_{50} value of the aril oil was 6.31 ± 0.14 mg/mL and the concentration equivalent to 1 mM $FeSO_4 \cdot 7H_2O$, EC_1 value of the aril oil was 1.89 ± 0.31 mM/mg sample, respectively. This aril oil was determined for its chemical components by high performance liquid chromatography (HPLC) at wavelength 450 nm and was found that presented the same pattern with chromatographic fingerprint of β -carotene standard. This compound was unstable especially when exposed to light and high temperature conditions. Therefore, the method to increase the stability of this compound in the aril oil was explored. Preparation of aril oil in the form of nanostructured lipid carriers (NLC) for adding to a cream formulation was the technique used in this study. Nanostructured lipid carriers (NLC) were prepared by hot high pressure homogenization technique.

The results showed that the NLC formulation at 1,000 bars with 5 cycles was good physical properties and no separating. The particles size of aril oil-loaded NLC was measured by photon correlation spectroscopy (PCS) was not more than 200 nm, with polydispersity index (PI) was not more than 0.3 and the zeta potential was between -30 and -40 mV. The morphologies of the particles were round in shape. Then, the aril oil-loaded NLC was then incorporated into cream base and the aril oil was incorporated into cream base. These formulations were undergone the accelerated stability test for 6 cycles of the heating-cooling cycle and stored at 4, 25 and 45°C for 90 days were good physical properties and no separating. Effect of light and temperature on stability of β -carotene in aril oil was studies. At 4, 25 and 45°C for 90 days and light from a fluorescent bulb (600 lux) for 8 hr of storage condition, were expressed that all of conditions of cream containing aril oil-loaded NLC (79.87, 73.38, 37.83 and 59.52 %, respectively) had the percent remaining of β -carotene higher than of cream containing aril oil (73.98, 59.84, 27.79 and 42.14 %, respectively). The wrinkle reducing capacity was evaluated by Skin-Visiometer[®]. After 8 weeks of twice daily application found that the both of cream containing aril oil area and cream containing aril oil-loaded NLC area showed significantly wrinkle reducing capacity compared with before treatment ($p < 0.01$, paired t-test). In addition, the cream containing aril oil-loaded NLC was the wrinkle reducing capacity more than cream containing aril oil ($p < 0.01$, paired t-test).

TABLE OF CONTENTS

	Page
ACKNOWLEDGEMENT	iii
ABSTRACT (THAI)	iv
ABSTRACT (ENGLISH)	vi
LIST OF TABLES	x
LIST OF FIGURES	xiii
ABBREVIATIONS AND SYMBOLS	xv
CHAPTER I INTRODUCTION	1
1.1 Statement and significance of the problem	1
1.2 Objectives	3
CHAPTER II THEORY AND LITERATURE REVIEWS	4
2.1 Skin	4
2.2 Free radicals	10
2.3 Antioxidant	12
2.4 Carotenoids	14
2.5 <i>Momordica cochinchinensis</i> (Lour.) Spreng	21
2.6 Nanostructured lipid carriers	27
CHAPTER III MATERIALS AND METHOD	31
3.1 Apparatus and instruments	31
3.2 Chemicals	32
3.3 Plants material and methods	32
3.4 Determination of antioxidant activities of aril oil of <i>Momordica cochinchinensis</i> (Lour.) Spreng	33
3.5 Determination of total carotenoids content of aril oil of <i>Momordica cochinchinensis</i> (Lour.) Spreng	34
3.6 Reversed phase - High Performance Liquid Chromatography (RP-HPLC) analysis	35
3.7 Preparation of nanostructured lipid carriers (NLC)	37

TABLE OF CONTENTS (continued)

	Page
3.8 Formulation cream containing aril oil and cream containing aril oil-loaded NLC	40
3.9 Chemical stability studies β -carotene of cream containing aril oil and cream containing aril oil-loaded NLC	41
3.10 Primary skin irritation test	42
3.11 Wrinkle reducing capacity test	44
CHAPTER IV RESULTS AND DISCUSSION	47
4.1 Morphological characteristics of <i>Momordica cochinchinensis</i> (Lour.) Spreng	47
4.2 The aril oil of <i>Momordica cochinchinensis</i> (Lour.) Spreng	47
4.3 Determination of antioxidant activities of aril oil of <i>Momordica cochinchinensis</i> (Lour.) Spreng	48
4.4 Determination of total carotenoids content of aril oil of <i>Momordica cochinchinensis</i> (Lour.) Spreng	51
4.5 Reversed phase - High Performance Liquid Chromatography (RP-HPLC) analysis	51
4.6 Preparation of nanostructured lipid carriers (NLC)	55
4.7 Formulation cream containing aril oil and cream containing aril oil loaded NLC	62
4.8 Chemical stability studies β -carotene of cream containing aril oil and cream containing aril oil-loaded NLC	65
4.9 Primary skin irritation test	66
4.10 Wrinkle reducing capacity test	67
CHAPTER V CONCLUSIONS	72
REFERENCES	74
APPENDICES	80
Appendix A	81
Appendix B	86
Appendix C	88
CURRICULUM VITAE	89

LIST OF TABLES

Table	Page
1 Role of free radical in various diseases	11
2 Some select antioxidants and their mechanism of action	13
3 Names of <i>Momordica cochinchinensis</i> (Lour.) Spreng in different languages	23
4 Comparison of reported concentrations of carotenes in aril oil of <i>Momordica cochinchinensis</i> (Lour.) Spreng (mg/g of edible portion)	25
5 Fatty acid composition of aril of <i>Momordica cochinchinensis</i> (Lour.) Spreng	25
6 Nutrient compositions of aril oil of <i>Momordica cochinchinensis</i> (Lour.) Spreng	26
7 Composition of the NLC formulation (% , w/w)	38
8 Composition of the aril oil loaded-NLC formulation	39
9 The formula preparation of oil in water cream base	40
10 The percent yield of aril oil of <i>Momordica cochinchinensis</i> (Lour.) Spreng	48
11 The absorbance and total carotenoids concentration of aril oil of <i>Momordica cochinchinensis</i> (Lour.) Spreng	51
12 The precision of HPLC method for standard peak of β -carotene	53
13 The accuracy of HPLC method for standard peak of β -carotene	54
14 The concentration of β -carotene of aril oil of <i>Momordica cochinchinensis</i> (Lour.) Spreng	55
15 Mean particle size, polydispersity index (PI) and zeta potential (ZP) values of the NLC formulation prepared at different homogenization pressure and homogenization cycle 5 cycles. (n = 3)	56
16 Mean particle size, polydispersity index (PI) and zeta potential (ZP) values of the NLC formulation prepared at different homogenization cycle and homogenization pressure 1000 bar (n = 3)	56

LIST OF TABLES (continued)

Table	Page
17 Mean particle size, polydispersity index (PI) and zeta potential (ZP) values of the three different concentrations of aril oil loaded NLC formulation prepared at homogenization pressure 1000 bar and homogenization cycle 5 times ($n = 3$)	57
18 Mean particle size, polydispersity index (PI) and zeta potential (ZP) Values of NLC formulation before and after 90 days of storage at 4, 25 and 45°C ($n = 3$)	60
19 Mean particle size, polydispersity index (PI) and zeta potential (ZP) values of 1% aril oil-loaded NLC formulation (1% A-NLC) before and after 90 days of storage at 4, 25 and 45°C ($n = 3$)	61
20 Mean particle size, polydispersity index (PI) and zeta potential (ZP) values of 3% aril oil-loaded NLC formulation (3% A-NLC) before and after 90 days of storage at 4, 25 and 45°C ($n = 3$)	61
21 Mean particle size, polydispersity index (PI) and zeta potential (ZP) values of 5 % aril oil-loaded NLC formulation (5% A-NLC) before and after 90 days of storage at 4, 25 and 45°C ($n = 3$)	61
22 Physical properties of the cream base before and after heating-cooling cycle and after 90 days of storage at 4, 25 and 45°C	62
23 Physical properties of the cream containing aril oil before and after heating-cooling cycle and after 90 days of storage at 4, 25 and 45°C	63
24 Physical properties of the cream containing NLC before and after heating-cooling cycle and after 90 days of storage at 4, 25 and 45°C	64
25 Physical properties of the cream containing aril oil-loaded NLC before and after heating-cooling cycle and after 90 days of storage at 4, 25 and 45°C	64
26 Percent remaining data of β -carotene. Samples were cream containing aril oil at 4, 25, 45°C and light after 90 days of storage	65
27 Percent remaining data of β -carotene. Samples were cream containing aril oil loaded NLC at 4, 25, 45°C and light after 90 days of storage	66

LIST OF TABLES (continued)

Table	Page
28 The value of primary irritation index (PII) and type of skin irritation in volunteers	67
29 The wrinkle reducing property on the R_a , R_z , surface and volume parameters of five treatment sites	69

LIST OF FIGURES

Figure	Page
1 Basic structure of the skin	5
2 The five layers of the epidermis	6
3 Later stages of carotenoids biosynthesis and possible transformations of carotenoids	16
4 Chemical structure of lycopene	17
5 Chemical structure of β -carotene	17
6 Possible scheme for the degradation of carotenoids	20
7 The characterization of <i>Momordica cochinchinensis</i> (Lour.) Spreng	21
8 The three types of NLC: imperfect type concentrations of oil (left), amorphous type (middle), multiple type (right)	
10 The characterization of <i>Momordica cochinchinensis</i> (Lour.) Spreng fruit	29
9 Profile of test sites (N = untreated area; A = cream containing NLC area; B = cream containing aril oil loaded NLC area; C = cream base area; D = cream containing aril oil area)	46
10 The characterization of <i>Momordica cochinchinensis</i> (Lour.) Spreng fruit	47
11 The dried aril with seeds of <i>Momordica cochinchinensis</i> (Lour.) Spreng	48
12 The aril oil of <i>Momordica cochinchinensis</i> (Lour.) Spreng	48
13 Linear regression plot of antioxidant activity against concentration of aril oil by DPPH assay	49
14 Linear regression plot of antioxidant activity against concentration of (\pm)- α -tocopherol standard by DPPH assay	50
15 Linear regression plot absorbance against concentration of $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ standard by FRAP assay	50
16 Chromatogram of β -carotene standard using RP-HPLC system	52
17 Standard curve of β -carotene standard	52
18 Chromatogram of aril oil of <i>Momordica cochinchinensis</i> (Lour.) Spreng	55
19 The NLC formulations contained three concentration of aril oil (a = 1% of aril oil; b = 3% of aril oil; c = 5% of aril oil)	58

LIST OF FIGURES (continued)

Figure	Page
20 TEM photography of NLC	59
21 TEM photography of aril oil-loaded NLC	59
22 The physical appearance of four formulations (A = cream base; B = cream containing aril oil; C = cream containing NLC; D = cream containing aril oil-loaded NLC)	64
23 % Efficiency value of R_a parameter of five test sites (A = cream containing NLC area; B = cream containing aril oil-loaded NLC area; N = untreated area; C = cream base area; D = cream containing aril oil area)	69
24 % Efficiency value of R_z parameter of five test sites (A = cream containing NLC area; B = cream containing aril oil-loaded NLC area; N = untreated area; C = cream base area; D = cream containing aril oil area)	70
25 % Efficiency value of volume parameter of five test sites (A = cream containing NLC area; B = cream containing aril oil-loaded NLC area; N = untreated area; C = cream base area; D = cream containing aril oil area)	70
26 % Efficiency value of surface parameter of five test sites (A = cream containing NLC area; B = cream containing aril oil-loaded NLC area; N = untreated area; C = cream base area; D = cream containing aril oil area)	71

ABBREVIATIONS AND SYMBOLS

A-NLC	=	Aril oil-loaded nanostructured lipid carriers
%	=	Percent
%CV	=	Percentage of coefficient of variation
°C	=	Degree celcius
cm	=	Centimeter
DPPH	=	1,1-Diphenyl-2-picrylhydrazyl
EC ₁	=	Concentration of antioxidant having a ferric-TPTZ reducing ability equivalent to that of 1 mM FeSO ₄ .7H ₂ O
FRAP	=	Ferric reducing antioxidant power
g	=	Gram
HPH	=	High pressure homogenizer
hr	=	Hour
IC ₅₀	=	Half maximal inhibitory concentration
mg	=	Milligram
min	=	Minute
mV	=	Millivolt
mL	=	Milliliter
nm	=	Nanometer
No.	=	Number
NLC	=	Nanostructured lipid carriers
O ₂	=	Oxygen
O ₂ ⁻	=	Superoxide
Pas	=	Pascal
pH	=	Power of hydronium ion
PI	=	Polydisperity index
R ²	=	R-squared
Ra	=	Average roughness

RP-HPLC	=	Reversed phase - high performance liquid chromatography
Rz	=	Arithmetic average roughness
SD	=	Standard deviation
SLN	=	Solid lipid nanoparticles
TEM	=	Transmission electron microscope
TPTZ	=	2,4,6-Tris(2-pyridyl)-1,3,5-triazine
UV-Vis	=	Ultraviolet-visible
v/v	=	Volume by volume
w/w	=	Weight by weight
ZP	=	Zeta potential
μg	=	Microgram
μl	=	Microliter
μM	=	Micromolar
μm	=	Micrometer
λ	=	Wavelength